

PENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

Date of mailing (day/month/year)
17 April 2001 (17.04.01)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

MIERSWA, Klaus
Friedrichstrasse 171
D-68199 Mannheim
ALLEMAGNE

Applicant's or agent's file reference
P98184WO.1P

IMPORTANT NOTIFICATION

International application No.
PCT/EP99/09845

International filing date (day/month/year)
09 December 1999 (09.12.99)

1. The following indications appeared on record concerning:

the applicant the inventor the agent the common representative

Name and Address

DEUTSCHE TELEKOM AG
Rechtsabteilung (Patente) PA1
D-64307 Darmstadt
Germany

State of Nationality

State of Residence

Telephone No.

06151/83-58 40

Facsimile No.

06151/83-58 43

Teleprinter No.

2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:

the person the name the address the nationality the residence

Name and Address

MIERSWA, Klaus
Friedrichstrasse 171
D-68199 Mannheim
Germany

State of Nationality

State of Residence

Telephone No.

0621 /85 60 00

Facsimile No.

0621 /85 60 01

Teleprinter No.

3. Further observations, if necessary:

Please note that MIERSWA, Klaus has been appointed as agent of record.

4. A copy of this notification has been sent to:

the receiving Office

the designated Offices concerned

the International Searching Authority

the elected Offices concerned

the International Preliminary Examining Authority

other:

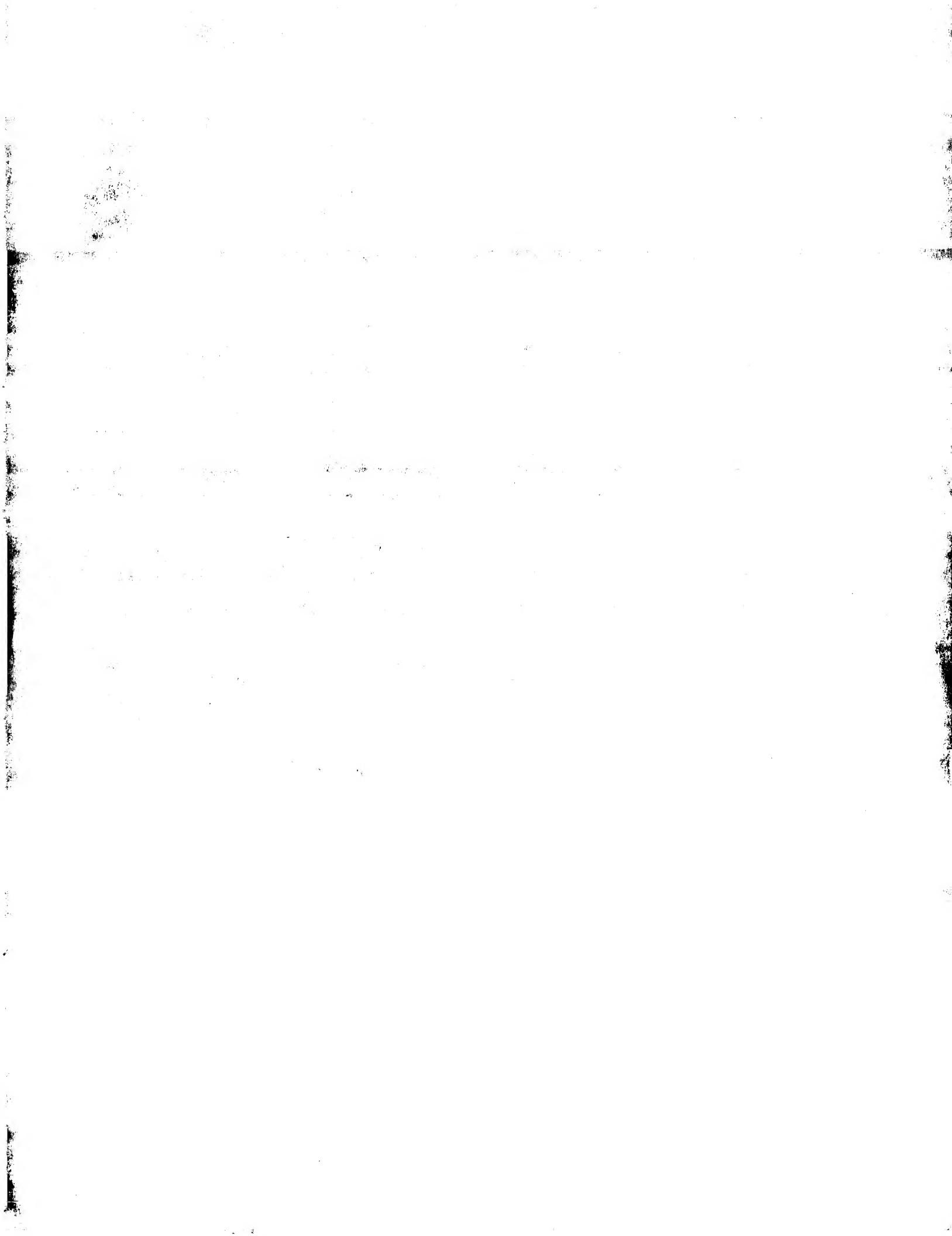
The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

A. Karkachi

Facsimile No.: (41-22) 740.14.35

Telephone No.: (41-22) 338.83.38



P. EACE TREATY COOPERATION

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION
(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C.20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing: 03 August 2000 (03.08.00)	in its capacity as elected Office
International application No.: PCT/EP99/09845	Applicant's or agent's file reference: P98184WO.1P
International filing date: 09 December 1999 (09.12.99)	Priority date: 29 January 1999 (29.01.99)
Applicant: DULTZ, Wolfgang et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

19 April 2000 (19.04.00)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer:</p> <p style="text-align: center;">J. Zahra</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
---	--

T5

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

REC'D 19 APR 2001

WIPO

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P98184WO.1P	WEITERES VORGEHEN	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 09/12/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Tag) 29/01/1999
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B11/16		
Anmelder DEUTSCHE TELEKOM AG et al.		

<p>1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.</p> <p>2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).</p> <p>Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.</p>
<p>3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:</p> <ul style="list-style-type: none"> I <input checked="" type="checkbox"/> Grundlage des Berichts II <input type="checkbox"/> Priorität III <input type="checkbox"/> Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit IV <input type="checkbox"/> Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung V <input checked="" type="checkbox"/> Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung VI <input type="checkbox"/> Bestimmte angeführte Unterlagen VII <input type="checkbox"/> Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung VIII <input type="checkbox"/> Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 19/04/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 17.04.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Grand, J-Y Tel. Nr. +49 89 2399 2472 



INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

I. Grundlag des B richts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):
Beschreibung, Seiten:

3-9 ursprüngliche Fassung

1,2,2a eingegangen am 09/02/2001 mit Schreiben vom 07/02/2001

Patentansprüche, Nr.:

1-14 eingegangen am 09/02/2001 mit Schreiben vom 07/02/2001

Zeichnungen, Blätter:

1/3-3/3 ursprüngliche Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.



**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
 Ansprüche, Nr.:
 Zeichnungen, Blatt:

5. Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden; da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1-14
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche 1-14
	Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche 1-14
	Nein: Ansprüche

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt



Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung.

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 = D1 = F. WASSMANN et al.: "Berry's phase analysis of polarization rotation in helicoidal fibers", Appl. Optics Bd. 37, Nr. 18, 1998-06-20, Seiten 3902-3911,

XP002131838

D2 = Y. LIBO et al.: "Two dimensional HiBi fiber-optic coil strain sensor", Bd. 26, Nr. 7, 1997-07, Seiten 618-622, XP000884999

D3 = US-A-5 201 015

D4 = US-A-4 389 090

1. Technisches Gebiet der Erfindung

Die Anmeldung bezieht sich auf eine Vorrichtung/ ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten Ort und einem zweiten Ort.

2. Unabhängiger Patentanspruch 1

Aus der D1 ist eine Methode bekannt, die Drehung der Polarisation von Licht, welches einen schraubenförmig gewundenen Lichtleiter durchläuft, zu berechnen.

Aus der D2 ist bekannt, mit Hilfe eines gewundenen Lichtleiters mechanische Spannungen zu messen, wobei der Einfluß der mechanischen Spannung auf den Polarisationszustand von Licht ausgenutzt wird, welches den Lichtleiter durchläuft.

Aus der D3 ist ein Sensor zur Messung mechanischer Spannungen mit Hilfe eines Lichtleiters bekannt. Der Lichtleiter weist konzentrische Windungen auf. Bei Ausübung einer mechanischen Zugspannung auf den Sensor werden die Windungen elastisch gedehnt, wodurch der Wegumfang der Windungen und damit auch der Lichtweg des Lichts im Lichtleiter zunehmen. Die Zunahme des Lichtweges wird als Maß für die von außen einwirkende mechanische Spannung herangezogen.

Aus der D4 ist eine Vorrichtung zur Herstellung bestimmter Polarisationszustände von Licht in einem Lichtleiter bekannt. Mindestens ein Bereich des Lichtleiters ist als Windung oder Spule ausgebildet. Der Polarisationszustand des Lichts kann durch Verändern der räumlichen Orientierung der Windung oder Spulen sowie durch Tordieren des Lichtleiters eingestellt und verändert werden.

Problem: Steigerung der Genauigkeit.



Lösung gemäß Anspruch 1: Die Vorrichtung enthält eine schraubenförmig gewendeten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, eine Erfassungseinrichtung und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke.

Art. 33(2) und (3) PCT: die Merkmale "die Lichtleitfaser ist mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar", "eine Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt" und "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke" gehen aus der D1 nicht hervor. Die Merkmale "schraubenförmig gewendeten Lichtleitfaser" und "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke" gehen aus der D2 nicht hervor.

Die Dokumente D3-D4 offenbaren nicht die Merkmale "eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke".

Eine derartige Vorrichtung ist aus keinem der im Recherchenbericht genannten Dokumente bekannt oder wird durch sie nahegelegt.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu und erfinderisch.

3. Unabhängiger Patentanspruch 9

Der unabhängige Verfahrensanspruch 9 stimmt mit dem unabhängigen Vorrichtungsanspruch 1 in allen strukturellen Merkmalen überein, da in diesen Merkmalen den Vorrichtungsmerkmalen entsprechende Verfahrensschritte beansprucht werden.

Die Merkmale "der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung wird mit dem vor der Übertragung verglichen" oder "der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung wird mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen" gehen aus der D1-D4 nicht hervor.

Der Gegenstand des Anspruchs 9 ist somit neu und erfinderisch (Artikel 33 (2) und (3) PCT).

4. Gewerbliche Anwendbarkeit (Artikel 33(4) PCT)

Ohne Zweifel ist die vorliegende Erfindung gewerblich anwendbar.

5. Abhängige Ansprüche

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 8 beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung gemäß Anspruch 1 und sie werden daher ebenfalls als neu und erfinderisch angesehen.



**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER
PRÜFUNGSBERICHT - BEIBLATT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/09845

Die abhängigen Ansprüche 10 bis 14 beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Vorrichtung gemäß Anspruch 9 und sie werden daher ebenfalls als neu und erforderlich angesehen.



Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen

Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft einen Sensor sowie ein Verfahren zur Erfassung von
5 Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort auf
optischer Grundlage.

Stand der Technik:

Zur Längenänderungsmessungen zwischen beweglichen Objekten sind eine
10 Vielzahl von Methoden bekannt. Es sind beispielsweise Sensoren auf der
Grundlage elektrischer Methoden bekannt, wie z. B. Dehnungsmeßstreifen. Es
werden elektrische Kapazitätsänderungen sowie Änderungen des magnetischen
Flusses bei kleinen Längenänderungen ausgenutzt. Optische Methoden zur
15 Bestimmung von Längenänderungen haben den Vorteil, daß zwischen den
Punkten, deren Abstandsänderung gemessen werden soll, keine elektrisch
leitende Verbindung bestehen muß. Üblich sind Interferometer für kleine und
mittlere Entfernungen von etwa 1 µm bis 1 m, Moiréanordnungen sowie
Laufzeitmessungen an Lichtimpulsen. Interferometeranordnungen sind zwar
sehr genau, haben aber den Nachteil, daß sie mechanisch äußerst empfindlich
20 und nur mit hohem Justieraufwand zu betreiben sind. Daher müssen sie im
wesentlichen schwingungsfrei aufgestellt werden, weshalb sie insbesondere zur
Erfassung von Abstandsänderungen bewegter Objekte nicht einfach einsetzbar
sind. Moiréanordnungen sind ebenfalls genau, sind aber im Meßbereich oberhalb
25 von einigen Zentimetern nur sehr kostenaufwendig zu realisieren; Laufzeit-
messungen an optischen Impulsen bzw. Messungen von Frequenzverschie-
bungen durch den Dopplereffekt sind nur für größere Entfernungen genau und
erfordern eine aufwendige Meßelektronik.

Aus der im Juni 1998 erschienenen Veröffentlichung "Berry's Phase analysis of
30 polarization rotation in helicoidal fibers" in Applied Optics, Band 37, Nr. 18, von
F. Wassmann und A. Ankiewicz ist eine Methode bekannt, die Drehung der
Polarisation von Licht, welches einen schraubenförmig gewundenen Lichtleiter
durchläuft, zu berechnen. Die Drehung der Polarisation kann zur Realisierung
eines Lichtleiter-Sensors ausgenutzt werden, mit dem die Größe einer
35 Verschiebung bestimmbar ist.

Aus der im Juli 1997 erschienenen Veröffentlichung "Two-dimensional HiBi
fiber-optic coil strain sensor", Acta Photonica Sinica, Vol. 26, No 7, Seiten 618-

Seite 2 neu

622, XP 000884999, von Y. Libo und A. Farhad ist bekannt, mit Hilfe eines gewundenen Lichtleiters mechanische Spannungen zu messen, wobei der Einfluß der mechanischen Spannung auf den Polarisationszustand von Licht ausgenutzt wird, welches den Lichtleiter durchläuft.

5

Auch aus der US-A-5 201 015 ist ein Sensor zur Messung mechanischer Spannungen mit Hilfe eines Lichtleiters bekannt. Der Lichtleiter weist konzentrische Windungen auf. Bei Ausübung einer mechanischen Zugspannung auf den Sensor werden die Windungen elastisch gedehnt, wodurch der Wegumfang der Windungen und damit auch der Lichtweg des Lichts im Lichtleiter zunehmen. Die Zunahme des Lichtweges wird als Maß für die von außen einwirkende mechanische Spannung herangezogen.

10 Aus der US-A-54 389 090 ist eine Vorrichtung zur Herstellung bestimmter Polarisationszustände von Licht in einem Lichtleiter bekannt. Mindestens ein Bereich des Lichtleiters ist als Windung oder Spule ausgebildet. Der Polarisationszustand des Lichts kann durch Verändern der räumlichen Orientierung der Windung oder Spulen sowie durch Tordieren des Lichtleiters eingestellt und verändert werden.

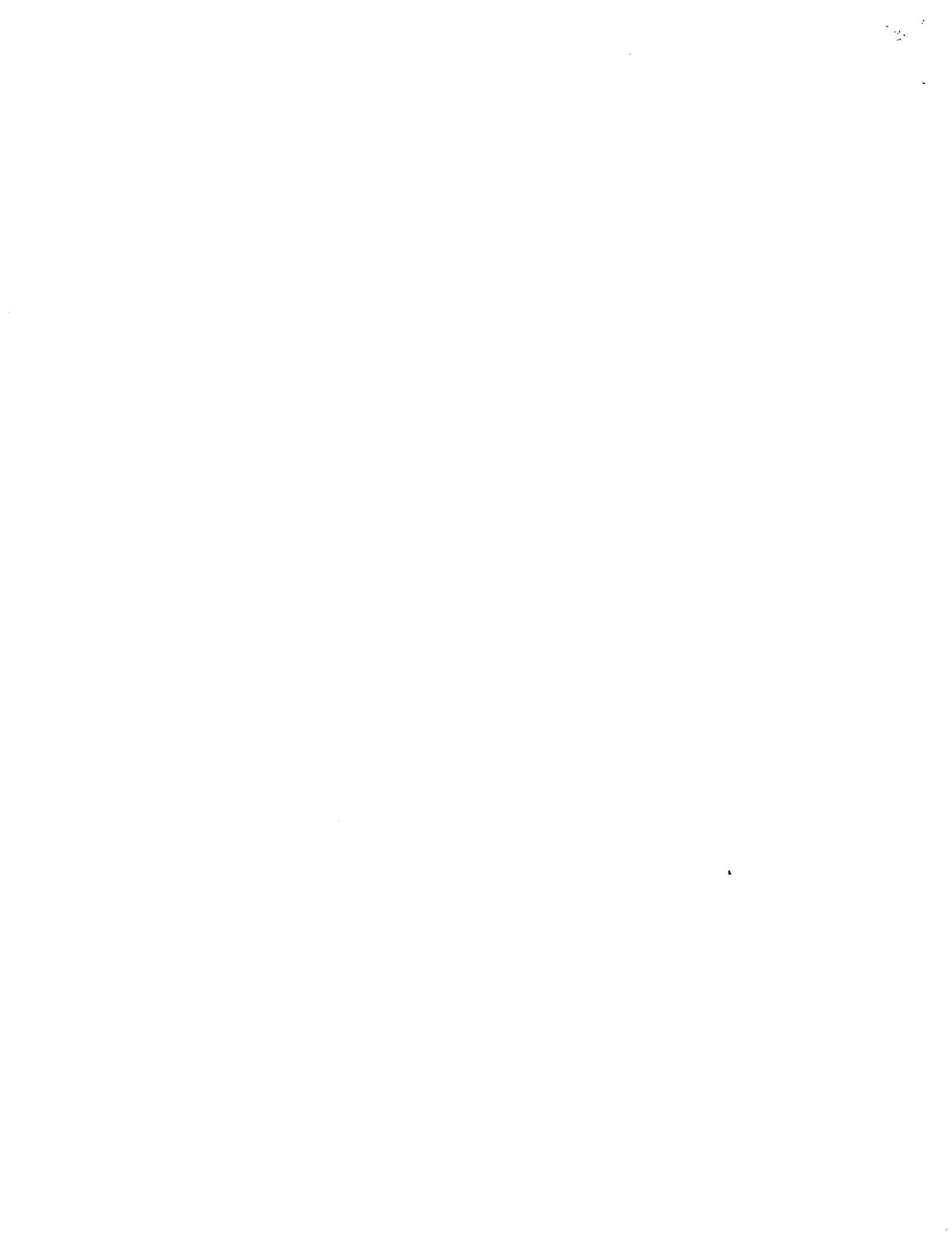
15

Technische Aufgabe:

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zur Verfügung zu stellen, welcher technisch einfach und kostengünstig zu realisieren ist, keine besondere mechanische Stabilität erfordert und zur genauen Bestimmung von kleinen Positionsänderungen einsetzbar ist. Des weiteren soll ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen angegeben werden, welches einfach durchführbar ist.

Offenbarung der Erfindung:

20 Die Aufgabe wird gelöst durch einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale. Dabei ist die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt, und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der Lichtleitfaser nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal



Seite 2a neu

übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar sind.

- 5 Verfahrensmäßig besteht die Lösung der Aufgabe in einem Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort, wobei:
 - a) wenigstens einer der Orte mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser mechanisch gekoppelt wird;
 - 10 b) ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser eingekoppelt wird,
 - c) das über die Verbindungsleitung übertragene optische Signal derart erfaßt wird, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;
 - d) die Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand
 - 15 des übertragenen Signals ermittelt werden,
 - e) der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen wird.
- 20 Vorteilhafte Weiterbildungen des Sensors und des Verfahrens sind in den Unteransprüchen 2 bis 8 bzw. 10 bis 14 gekennzeichnet.

Die Erfindung beruht auf dem Prinzip der Polarisationsänderung von Licht in helixförmig gewundenen optischen Fasern bei Änderung der Helixparameter. Die Polarisation des Lichtes am Ausgang einer einfachen schraubenförmig gewendelten optischen Glasfaserleitung ist empfindlich gegenüber Bewegung, besonders gegenüber ziehharmonikaähnlichen Bewegungen der Faser. Diese Abhängigkeit der Polarisation von der Form der Raumkurve der Faser kann direkt zur Messung der Form, z. B. der Länge der Ziehharmonika der Faserwindungen benutzt werden. Damit kann der Abstand zweier beliebiger Orte bestimmt werden, indem sie durch eine solche bewegliche schraubenförmig gewundene elastische Glasfaserstrecke verbunden werden.

Patentansprüche neu**Patentansprüche**

1. Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten Ort (A1) und einem zweiten Ort (A2) mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser (1), welche mit wenigstens einem der Orte (A1, A2) mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender (3) und einer Erfassungseinrichtung (DE) für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung (DE) ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser (1) übertragenen optischen Signals abhängt, und eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der Lichtleitfaser (1) nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar sind.
- 15 2. Sensor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
daß die Erfassungseinrichtung (DE) ein Polarimeter (2) oder ein Detektor mit vorgeschaltetem Analysator ist.
- 20 3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtleitfaser (1) in Schraubenrichtung flexibel ist und Abstandsänderungen zwischen dem ersten Ort (A1) und dem zweiten Ort (A2) zu folgen imstande ist.
- 25 4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtleitfaser (1) mit einem elastischen Trägermaterial (D) verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung der Lichtleitfaser (1) eine Formveränderung ermöglicht und die Lichtleitfaser (1) bei Nichtbelastung in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
- 30 5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtleitfaser (1) um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder, gewunden ist, wobei das Trägerelement vorzugsweise flexibel ist.
- 35 6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Patentansprüche neu

daß die Lichtleitfaser (1) am Trägerelement derart befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt.

7. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

5 dadurch gekennzeichnet,

daß bei der Lichtleitfaser (1) ein Windungssinn überwiegt, die Lichtleitfaser (1) vorzugsweise nur einen Windungssinn aufweist.

8. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,

10 dadurch gekennzeichnet,

daß die Lichtquelle (1) linear polarisiertes Licht erzeugt und/oder am Eingang der Lichtleitfaser (1) ein Linearpolarisator (P, PA) angeordnet ist.

9. Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten

15 Ort (A1) und einem zweiten Ort (A2), wobei:

a) wenigstens einer der Orte (A1, A2) mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser (1) mechanisch gekoppelt wird;

b) ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser (1) eingekoppelt wird,

20 c) das über die Verbindungsleitung übertragene optische Signal derart erfaßt wird, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;

d) die Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals ermittelt werden,

e) der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit

25 dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand verglichen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß die Abstandsänderung durch Vergleich des detektierten Signals bzw. einzelner Parameter des detektierten Signals mit in einer Eichmessung bestimmten Werten, die einem bestimmten Abstand entsprechen, ermittelt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

35 daß die Abstandsänderung aus dem detektierten Signal bzw. einzelner Parameter des detektierten Signals und der Form der Raumkurve der Lichtleitfaser (1) berechnet wird.



P98184WO.1P / 5205 / 01.02.2001

Patentansprüche neu

**12. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenz-Polarisationszustand der nach Durchlaufen der im
mechanischen Ruhezustand vorliegenden Verbindungsstrecke gemessene
Polarisationszustand des optischen Signals ist.**

5

**13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß das optische Signal gemeinsam mit einem Referenzsignal detektiert wird.**

**10 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß linear polarisiertes Licht in die Lichtleitfaser (1) eingekoppelt wird und Licht
mit einer definierten linearen Polarisation detektiert wird.**



**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS**

Absender: ANMELDEAMT

PCT

An: DEUTSCHE TELEKOM AG Rechtsabteilung (Patente) PA1 D-64307 Darmstadt ALLEMAGNE		MITTEILUNG DES INTERNATIONALEN AKTENZEICHENS UND DES INTERNATIONALEN ANMELDEDATUMS (Regel 20.5.c) PCT)	
Eing.: 3.1. JAN. 2000 <i>PA 14 100 31</i>		Absendedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> 23.01.00	
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts P98184WO. 1P		WICHTIGE MITTEILUNG	
Internationales Aktenzeichen PCT/ EP 99/ 09845	Internationales Anmeldedatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> 09/12/1999	Prioritätsdatum <i>(Tag/Monat/Jahr)</i> 29/01/1999	
Anmelder DEUTSCHE TELEKOM AG			
Bezeichnung der Erfindung			

1. Dem Anmelder wird mitgeteilt, daß der internationalen Anmeldung das oben genannte internationale Aktenzeichen und internationale Anmeldedatum zuerkannt worden ist.
2. Weiterhin wird dem Anmelder mitgeteilt, daß das Aktenexemplar der internationalen Anmeldung dem Internationalen Büro am oben angegebenen Absendedatum übermittelt worden ist.
3. Sonstiges:

* Das Internationale Büro überwacht die Übermittlung des Aktenexemplars durch das Anmeldeamt und unterrichtet den Anmelder über dessen Eingang (mit Formblatt PCT/IB/301). Ist das Aktenexemplar bei Ablauf des vierzehnten Monats nach dem Prioritätsdatum noch nicht eingegangen, teilt das Internationale Büro dies dem Anmelder mit (Regel 22.1.c)).

Name und Postanschrift des Anmeldeamts  Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+ 31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter <i>[Signature]</i>
---	--



PCT

ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

PCT/EP 99/09845

Internationales Aktenzeichen

(09.12.1999)

09 DEC 1999

Internationales Anmeldedatum

EUROPEAN PATENT OFFICE

PCT INTERNATIONAL APPLICATION

Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht)
(max. 12 Zeichen) P98184WO.1P

Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG

Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen

Feld Nr. II ANMELDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DEUTSCHE TELEKOM AG
Friedrich-Ebert-Allee 140

53113 Bonn
DE

Diese Person ist gleichzeitig Erfinder

Telefonnr.:

Telefaxnr.:

Fernschreibnr.:

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

alle Bestimmungsstaaten

alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

nur die Vereinigten Staaten von Amerika

die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DULTZ; Wolfgang
Marienbergerstr. 37

65936 Frankfurt/M.
DE

Diese Person ist:

nur Anmelder

Anmelder und Erfinder

nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

alle Bestimmungsstaaten

alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika

nur die Vereinigten Staaten von Amerika

die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsblatt angegeben.

Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRETER; ZUSTELLANSCHRIFT

Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als:

Anwalt

gemeinsamer Vertreter

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)

Deutsche Telekom AG
Rechtsabteilung (Patente) PA1
64307 Darmstadt
Deutschland

Telefonnr.:

06151/83-58 40

Telefaxnr.:

06151/83-58 43

Fernschreibnr.:

Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.

Fortsetzung von Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER

Wird keines der folgenden Felder benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

DULTZ; Gisela
Marienbergerstr. 37

65936 Frankfurt/M.
DE

Diese Person ist:

- nur Anmelder
 Anmelder und Erfinder

nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

 alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika nur die Vereinigten Staaten von Amerika die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

FRINS; Erna
Garibaldi 2859 Ap. 403

11600 Montevideo
URUGUAY

Diese Person ist:

- nur Anmelder
 Anmelder und Erfinder

nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Uruguay

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Uruguay

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

 alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika nur die Vereinigten Staaten von Amerika die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

SCHMITZER; Heidrun
König-Philipp-Weg 25

93051 Regensburg
DE

Diese Person ist:

- nur Anmelder
 Anmelder und Erfinder

nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

DE

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

DE

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

 alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika nur die Vereinigten Staaten von Amerika die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)

Diese Person ist:

- nur Anmelder
 Anmelder und Erfinder

nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)

Staatsangehörigkeit (Staat):

Sitz oder Wohnsitz (Staat):

Diese Person ist Anmelder für folgende Staaten:

 alle Bestimmungsstaaten alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme der Vereinigten Staaten von Amerika nur die Vereinigten Staaten von Amerika die im Zusatzfeld angegebenen Staaten

Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem zusätzlichen Fortsetzungsblatt angegeben.



Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen (bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden):

Regionales Patent

- AP ARIPO-Patent:** GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, UG Uganda, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist
- EA Eurasisches Patent:** AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- EP Europäisches Patent:** AT Österreich, BE Belgien, CH und LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist
- OA OAPI-Patent:** BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben)

Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> AE Vereinigte Arabische Emirate | <input type="checkbox"/> LR Liberia |
| <input type="checkbox"/> AL Albanien | <input type="checkbox"/> LS Lesotho |
| <input type="checkbox"/> AM Armenien | <input type="checkbox"/> LT Litauen |
| <input type="checkbox"/> AT Österreich | <input type="checkbox"/> LU Luxemburg |
| <input type="checkbox"/> AU Australien | <input type="checkbox"/> LV Lettland |
| <input type="checkbox"/> AZ Aserbaidschan | <input type="checkbox"/> MD Republik Moldau |
| <input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina | <input type="checkbox"/> MG Madagaskar |
| <input type="checkbox"/> BB Barbados | <input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien |
| <input type="checkbox"/> BG Bulgarien | <input type="checkbox"/> MN Mongolei |
| <input type="checkbox"/> BR Brasilien | <input type="checkbox"/> MW Malawi |
| <input type="checkbox"/> BY Belarus | <input type="checkbox"/> MX Mexiko |
| <input checked="" type="checkbox"/> CA Kanada | <input type="checkbox"/> NO Norwegen |
| <input type="checkbox"/> CH und LI Schweiz und Liechtenstein | <input type="checkbox"/> NZ Neuseeland |
| <input type="checkbox"/> CN China | <input type="checkbox"/> PL Polen |
| <input type="checkbox"/> CU Kuba | <input type="checkbox"/> PT Portugal |
| <input type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik | <input type="checkbox"/> RO Rumänien |
| <input type="checkbox"/> DE Deutschland | <input type="checkbox"/> RU Russische Föderation |
| <input type="checkbox"/> DK Dänemark | <input type="checkbox"/> SD Sudan |
| <input type="checkbox"/> EE Estland | <input type="checkbox"/> SE Schweden |
| <input type="checkbox"/> ES Spanien | <input type="checkbox"/> SG Singapur |
| <input type="checkbox"/> FI Finnland | <input type="checkbox"/> SI Slowenien |
| <input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich | <input type="checkbox"/> SK Slowakei |
| <input type="checkbox"/> GD Grenada | <input type="checkbox"/> SL Sierra Leone |
| <input type="checkbox"/> GE Georgien | <input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan |
| <input type="checkbox"/> GH Ghana | <input type="checkbox"/> TM Turkmenistan |
| <input type="checkbox"/> GM Gambia | <input type="checkbox"/> TR Türkei |
| <input type="checkbox"/> HR Kroatien | <input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago |
| <input type="checkbox"/> HU Ungarn | <input type="checkbox"/> UA Ukraine |
| <input type="checkbox"/> ID Indonesien | <input type="checkbox"/> UG Uganda |
| <input type="checkbox"/> IL Israel | <input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika |
| <input type="checkbox"/> IN Indien | <input type="checkbox"/> UZ Usbekistan |
| <input type="checkbox"/> IS Island | <input type="checkbox"/> VN Vietnam |
| <input checked="" type="checkbox"/> JP Japan | <input type="checkbox"/> YU Jugoslawien |
| <input type="checkbox"/> KE Kenia | <input type="checkbox"/> ZA Südafrika |
| <input type="checkbox"/> KG Kirgisistan | <input type="checkbox"/> ZW Simbabwe |
| <input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KR Republik Korea | |
| <input type="checkbox"/> KZ Kasachstan | |
| <input type="checkbox"/> LC Saint Lucia | |
| <input type="checkbox"/> LK Sri Lanka | |

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind:

-
-

Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen: Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung einer Bestimmung erfolgt durch die Einreichung einer Mitteilung, in der diese Bestimmung angegeben wird, und die Zahlung der Bestimmungs- und der Bestätigungsgebühr. Die Bestätigung muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)



Feld Nr. VI PRIORITÄTSANSPRUCH		<input type="checkbox"/> Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.		
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile(1) 29. Januar 1999 (29.01.1999)	19903447.8	DE		
Zeile(2)				
Zeile(3)				

Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben in der (den) Zeile(n) _____ bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist(sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist)
* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, so muß in dem Zusatzfeld mindestens ein Staat angegeben werden, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung eingereicht wurde.

Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE

Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden):

Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):

Datum (Tag/Monat/Jahr) Aktenzeichen Staat (oder regionales Amt)

ISA / EP

Feld Nr. VIII KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE

Diese internationale Anmeldung enthält die folgende Anzahl von Blättern:	Dieser internationalen Anmeldung liegen die nachstehend angekreuzten Unterlagen bei:
Antrag : 7	<input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) : 9	<input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht
Ansprüche : 3	<input checked="" type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden): 38690
Zusammenfassung : 1	<input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift
Zeichnungen : 3	<input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer gekennzeichnet:
Sequenzprotokollteil der Beschreibung : —	<input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache:
Blattzahl insgesamt : 23	<input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material
	<input type="checkbox"/> Protokoll der Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenzen in computerlesbarer Form
	<input type="checkbox"/> Sonstige (einzelnen aufführen): Zusatzblatt 5-7

Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):

Sprache, in der die internationale Anmeldung **deutsch** eingereicht wird:

EE/EP

Feld Nr. IX UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS ODER DES ANWALTS

Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.

Deutsche Telekom AG

i.A.

..... Fortsetzung Blatt 5-7

Dr. Frank Wedekind, Referent der Patentabteilung
EPA-Vollmacht 38690

Vom Anmeldeamt auszufüllen

1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	(09.12.99)	09 DEC 1999	2. Zeichnungen eingegangen: <input checked="" type="checkbox"/>
3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:			
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:			
5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind):	ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchengebühr aufgeschoben	nicht eingegangen: <input type="checkbox"/>

Vom Internationalen Büro auszufüllen

Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:



Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

1. Wenn der Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. ..." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:

- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
- (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
- (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
- (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
- (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusattpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzens oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzens oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
- (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
- (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.

2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.

3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung von Feld Nr. IX
Unterschriften der Anmelder (Erfinder)

RO/EP

W. Dultz

DULTZ; Wolfgang

G. Dultz

DULTZ; Gisela



Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigelegt werden.

1. Wenn der Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:

- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
 - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
 - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
 - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
 - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusattpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzrechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzrechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
 - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
 - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

von dd Nr. IV

Fortsetzung Unterschriften der Anmelder-(Erfinder)

%
RO/EP

FRINS; Erna



Zusatzfeld Wird dieses Zusatzfeld nicht benutzt, so sollte dieses Blatt dem Antrag nicht beigefügt werden.

1. Wenn der Platz in einem Feld nicht für alle Angaben ausreicht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von FeldNr...." [Nummer des Feldes angeben] und machen die Angaben entsprechend der in dem Feld, in dem der Platz nicht ausreicht, vorgeschriebenen Art und Weise, insbesondere:

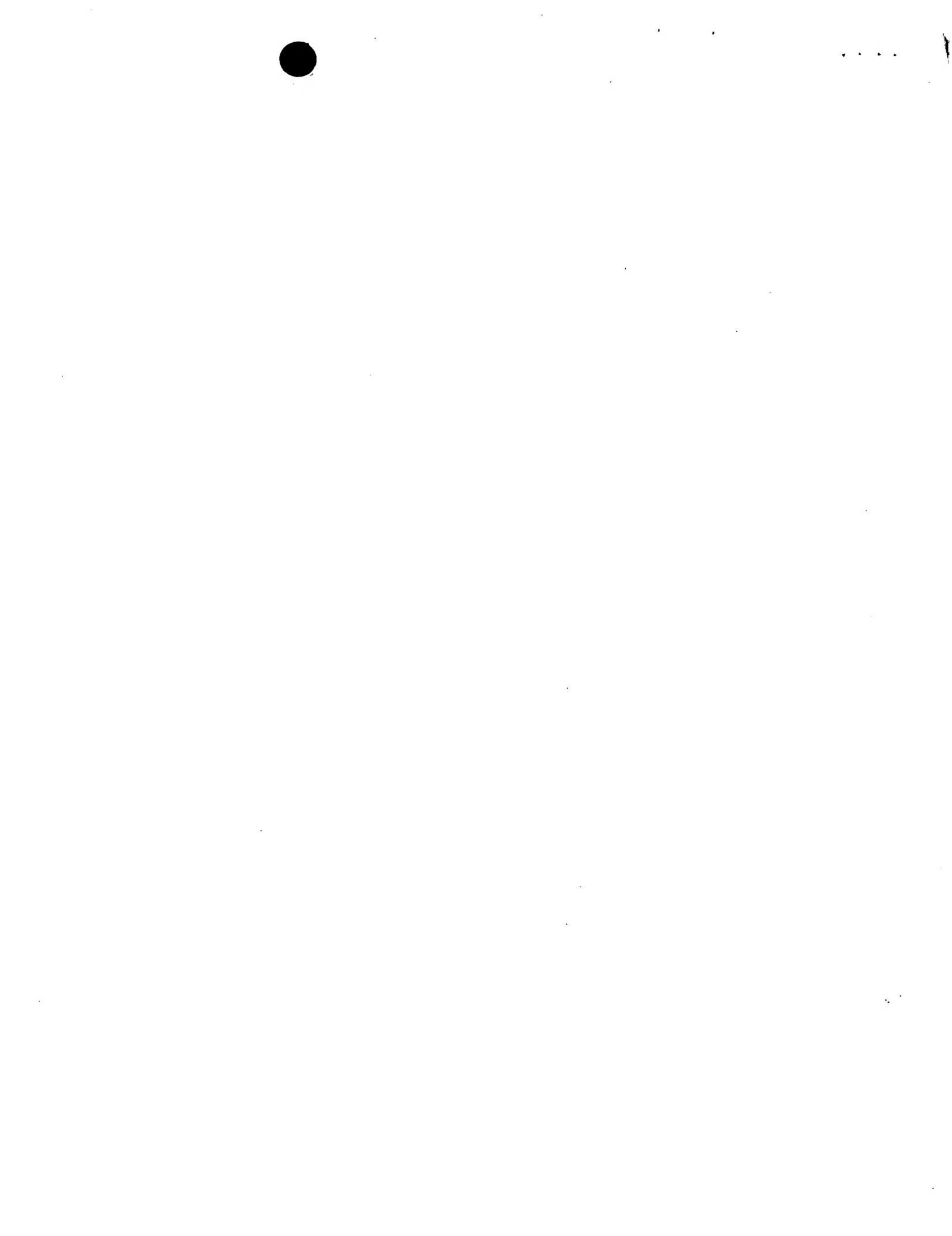
- (i) Wenn mehr als zwei Anmelder und/oder Erfinder vorhanden sind und kein "Fortsetzungsblatt" zur Verfügung steht: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. III" und machen für jede weitere Person die in Feld Nr. III vorgeschriebenen Angaben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.
 - (ii) Wenn in Feld Nr. II oder III die Angabe "die im Zusatzfeld angegebenen Staaten" angekreuzt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Anmelders oder die Namen der Anmelder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Anmelder ist.
 - (iii) Wenn der in Feld Nr. II oder III genannte Erfinder oder Erfinder/Anmelder nicht für alle Bestimmungsstaaten oder für die Vereinigten Staaten von Amerika als Erfinder benannt ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. II", "Fortsetzung von Feld Nr. III" bzw. "Fortsetzung von Feld Nr. II und Nr. III" und geben den Namen des Erfinders oder die Namen der Erfinder an und neben jedem Namen den Staat oder die Staaten (und/oder ggf. ARIPO-, eurasisches, europäisches oder OAPI-Patent), für die die bezeichnete Person Erfinder ist.
 - (iv) Wenn zusätzlich zu dem Anwalt oder den Anwälten, die in Feld Nr. IV angegeben sind, weitere Anwälte bestellt sind: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. IV" und machen für jeden weiteren Anwalt die entsprechenden, in Feld Nr. IV vorgeschriebenen Angaben.
 - (v) Wenn in Feld Nr. V bei einem Staat (oder bei OAPI) die Angabe "Zusatzpatent" oder "Zusatzzertifikat," oder wenn in Feld Nr. V bei den Vereinigten Staaten von Amerika die Angabe "Fortsetzung" oder "Teilfortsetzung" hinzugefügt wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. V" und geben den Namen des betreffenden Staats (oder OAPI) an und nach dem Namen jedes solchen Staats (oder OAPI) das Aktenzeichen des Hauptschutzechts oder der Hauptschutzrechtsanmeldung und das Datum der Erteilung des Hauptschutzechts oder der Einreichung der Hauptschutzrechtsanmeldung.
 - (vi) Wenn in Feld Nr. VI die Priorität von mehr als drei früheren Anmeldungen beansprucht wird: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und machen für jede weitere frühere Anmeldung die entsprechenden, in Feld Nr. VI vorgeschriebenen Angaben.
 - (vii) Wenn in Feld Nr. VI die frühere Anmeldung eine ARIPO Anmeldung ist: In diesem Fall schreiben Sie "Fortsetzung von Feld Nr. VI" und geben, unter Angabe der Nummer der Zeile, in der die die frühere Anmeldung betreffenden Angaben gemacht sind, mindestens einen Staat an, der Mitglied der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums ist und für den die frühere Anmeldung erfolgte.
2. Wenn, im Hinblick auf die Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen in Feld Nr. V, der Anmelder Staaten von dieser Erklärung ausnehmen möchte: In diesem Fall schreiben Sie "Bestimmung(en), die von der Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen ausgenommen ist(sind)" und geben den Namen oder den Zweibuchstaben-Code jedes so ausgeschlossenen Staates an.
3. Wenn der Anmelder für irgendein Bestimmungsamt die Vorteile nationaler Vorschriften betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit in Anspruch nimmt: In diesem Fall schreiben Sie "Erklärung betreffend unschädliche Offenbarung oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit" und geben im folgenden die entsprechende Erklärung ab.

Fortsetzung
Unterschriften der Anmelder (Erfinder) " von Feld Nr. IX

%
RO/EP

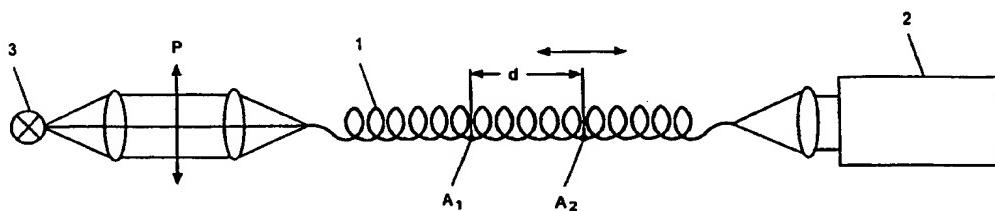
Heidrun Schmitzer

SCHMITZER; Heidrun





(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01B 11/16	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/45124 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 3. August 2000 (03.08.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/09845		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 9. Dezember 1999 (09.12.99)		
(30) Prioritätsdaten: 199 03 447.8 29. Januar 1999 (29.01.99) DE		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): DEUTSCHE TELEKOM AG [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Allee 140, D-53113 Bonn (DE).		
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): DULTZ, Wolfgang [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt am Main (DE). DULTZ, Gisela [DE/DE]; Marienbergerstrasse 37, D-65936 Frankfurt am Main (DE). FRINS, Erna [UY/UY]; Garibaldi 2859, Ap. 403, 11600 Montevideo (UY). SCHMITZER, Heidrun [DE/DE]; König-Philipp-Weg 25, D-93051 Regensburg (DE).		
(74) Gemeinsamer Vertreter: DEUTSCHE TELEKOM AG; Rechtsabteilung (Patente) PA1, D-64307 Darmstadt (DE).		

(54) Title: SENSOR AND METHOD FOR DETECTING CHANGES IN DISTANCE**(54) Bezeichnung:** SENSOR UND VERFAHREN ZUR ERFASSUNG VON ABSTANDSÄNDERUNGEN**(57) Abstract**

The invention relates to a sensor for detecting changes in distance between a first location and a second location, comprising an essentially helical coil-shaped optical fibre which can be mechanically connected to at least one of the locations, a light transmitter and a detection device for optical signals, said detection device having the means for emitting an output signal which is dependent on the state of polarisation of the optical signal transmitted via the optical fibre. The invention also relates to a method for detecting changes in distance between a first location and a second location, characterised by the following steps: at least one of the locations is mechanically linked to an essentially helical coil-shaped optical fibre; an optical signal with a known state of polarisation is coupled into the optical fibre; after transmission via the connection line, this signal is detected in such a way that information about its state of polarisation can be obtained; the change in distance is then determined using this information.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt. Die Erfindung betrifft des weiteren ein Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen: Wenigstens einer der Orte wird mechanisch mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser gekoppelt; in die Lichtleitfaser wird ein optisches Signal mit bekanntem Polarisationszustand eingekoppelt; dieses wird nach der Übertragung über die Verbindungsleitung derart erfaßt, daß Informationen über seinen Polarisationszustand gewonnen werden; aus diesen Informationen wird die Abstandsänderung ermittelt.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Amenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun			PT	Portugal		
CN	China	KR	Republik Korea	RO	Rumänien		
CU	Kuba	KZ	Kasachstan	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LC	St. Lucia	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LI	Liechtenstein	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LK	Sri Lanka	SG	Singapur		
EE	Estland	LR	Liberia				

Sensor und Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen

Technisches Gebiet:

Die Erfindung betrifft einen Sensor sowie ein Verfahren zur Erfassung von
5 Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort auf
optischer Grundlage.

Stand der Technik:

Zur Längenänderungsmessungen zwischen beweglichen Objekten sind eine
10 Vielzahl von Methoden bekannt. Es sind beispielsweise Sensoren auf der
Grundlage elektrischer Methoden bekannt, wie z. B. Dehnungsmeßstreifen. Es
werden elektrische Kapazitätsänderungen sowie Änderungen des
magnetischen Flusses bei kleinen Längenänderungen ausgenutzt. Optische
Methoden zur Bestimmung von Längenänderungen haben den Vorteil, daß
15 zwischen den Punkten, deren Abstandsänderung gemessen werden soll, keine
elektrisch leitende Verbindung bestehen muß. Üblich sind Interferometer für
kleine und mittlere Entfernungen von etwa 1 µm bis 1 m, Moiréanordnungen
sowie Laufzeitmessungen an Lichtimpulsen. Interferometeranordnungen sind
zwar sehr genau, haben aber den Nachteil, daß sie mechanisch äußerst
20 empfindlich und nur mit hohem Justieraufwand zu betreiben sind. Daher
müssen sie im wesentlichen schwingungsfrei aufgestellt werden, weshalb sie
insbesondere zur Erfassung von Abstandsänderungen bewegter Objekte nicht
einfach einsetzbar sind. Moiréanordnungen sind ebenfalls genau, sind aber im
Meßbereich oberhalb von einigen Zentimetern nur sehr kostenaufwendig zu
25 realisieren; Laufzeitmessungen an optischen Impulsen bzw. Messungen von
Frequenzverschiebungen durch den Dopplereffekt sind nur für größere
Entfernungen genau und erfordern eine aufwendige Meßelektronik.

Technische Aufgabe:

30 Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, einen Sensor zur Erfassung
von Abstandsänderungen zur Verfügung zu stellen, welcher technisch einfach
und kostengünstig zu realisieren ist, keine besondere mechanische Stabilität
erfordert und zur genauen Bestimmung von kleinen Positionsänderungen
einsetzbar ist. Des weiteren soll ein Verfahren zur Erfassung von
35 Abstandsänderungen angegeben werden, welches einfach durchführbar ist.

Offenbarung der Erfindung:

Die Aufgabe wird gelöst durch einen Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten

5 Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale. Dabei ist die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt.

10

Verfahrensmäßig besteht die Lösung der Aufgabe bei einem Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen:

- a) mechanisches Koppeln wenigstens eines Ortes mit einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser;
- b) Einkoppeln eines optischen Signals mit bekanntem Polarisationszustand in die Lichtleitfaser,
- c) Erfassen des über die Verbindungsleitung übertragenen optischen Signals derart, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen werden;
- d) Ermitteln der Abstandsänderung aus den Informationen über den Polarisationszustand des übertragenen Signals.

Vorteilhafte Weiterbildungen des Sensors und des Verfahrens sind in den
25 Unteransprüchen 2 bis 9 bzw. 11 bis 16 gekennzeichnet.

Die Erfindung beruht auf dem Prinzip der Polarisationsänderung von Licht in helixförmig gewundenen optischen Fasern bei Änderung der Helixparameter. Die Polarisation des Lichtes am Ausgang einer einfachen schraubenförmig gewendelten optischen Glasfaserleitung ist empfindlich gegenüber Bewegung, besonders gegenüber ziehharmonikaähnlichen Bewegungen der Faser. Diese Abhängigkeit der Polarisation von der Form der Raumkurve der Faser kann direkt zur Messung der Form, z. B. der Länge der Ziehharmonika der Faserwindungen benutzt werden. Damit kann der Abstand zweier beliebiger Orte bestimmt werden, indem sie durch eine solche bewegliche schraubenförmig gewundene elastische Glasfaserstrecke verbunden werden.

Die Hauptursache für die Formabhängigkeit des Polarisationszustandes am Ausgang einer Glasfaser ist die starke Abhängigkeit der optischen Aktivität der Faser von der genauen Form ihrer Schraubenwindungen. Dieser Effekt ist in erster Näherung achromatisch und verursacht keine

- 5 Polarisationsmodendispersion. Er wird durch eine der sogenannten optischen Berry-Phasen, die Spinredirektionsphase, verursacht. Es handelt sich bei dieser Berry-Phase oder geometrischen Phase um einen Phaseneffekt, der durch die Struktur der Raumkurve der Faser verursacht wird und nicht durch eine optische Weglängendifferenz wie bei der normalen dynamischen Phase
10 des Lichtes. Dennoch führen geometrische Phasen zu denselben Interferenzeffekten des Lichtes wie normale dynamische Phasen.

Die Größe der Spinredirektionsphase in einer schraubenförmig gewundenen Faser ist gleich dem Raumwinkel Ω , den der k-Vektor (k entspricht der
15 Ausbreitungskonstanten β in der technischen Literatur) auf der Kugel der Orientierungen der Lichtausbreitung im Gegenuhrzeigersinn umläuft, wenn das Licht in der Faser durch eine Schraubenwindung geführt wird.

Wesentlich ist daher, daß Licht mit einem definierten Polarisationszustand in
20 die gewendelte Lichtleitfaser eingekoppelt wird und das übertragene optische Signal in einer Weise detektiert wird, daß Rückschlüsse auf seinen Polarisationszustand bzw. einzelne Polarisationskomponenten nach Durchlaufen der Lichtleitfaser möglich sind. Aus der Änderung der Parameter des optischen Signals vor und nach der Übertragung oder durch Vergleich mit
25 einer Referenz aus einer Eichmessung oder einer parallel durchgeföhrten Referenzmessung läßt sich auf die Form bzw. Formänderung der gewendelten Lichtleitfaser und damit auch auf Abstandsänderungen von mit dieser verbundenen Orten rückschließen.

30 Beispielsweise kann polarisiertes Licht in die Faser eingekoppelt und dessen Polarisationszustand oder die Stärke einer bestimmten Polarisationskomponente nach Durchlaufen der Lichtleitfaser mit einem Polarimeter oder einem Detektor mit vorgesetztem Analysator gemessen werden. Aus der Kenntnis der Polarisierungen bzw. einzelner
35 Polarisationskomponenten vor und nach der Übertragung kann auf die formbedingte Polarisationsänderung und damit auf die Formänderung der Wendel geschlossen werden.

Wird das Übertragungssignal mit einer Referenz verglichen, so ist eine genaue Kenntnis des Polarisationszustandes vor der Übertragung nicht unbedingt notwendig. Es reicht, daß stets eine definierte Ausgangssituation vorliegt. Die Referenz ist beispielsweise eine Serie von Meßwerten, die während einer Eichmessung mit der Lichtleitfaser gewonnen wurden und das Ausgangssignal bei bestimmten Abständen des ersten und zweiten Ortes angeben. Alternativ kann ein Referenzsignal auch während der Messung erzeugt werden, indem eine Referenzstrecke, die vorzugsweise der gewendelten Lichtleitfaser nachgebildet ist, ebenfalls mit einem definierten optischen Signal beaufschlagt wird und beide Übertragungssignale miteinander verglichen werden. Dazu werden sie entweder getrennt ausgewertet und beide Intensitäten miteinander verglichen. Das eigentliche Übertragungssignal kann aber auch mit dem Referenz-Übertragungssignal zur Interferenz gebracht und anschließend in einer gemeinsamen Erfassungseinrichtung detektiert werden.

Die Vorteile der Erfindung sind die nahezu universelle Einsetzbarkeit, die keine spiegelnden Flächen oder eine besondere mechanische Stabilität des Systems erforderlich macht. Die Einkopplung des optischen Signals in die Faser sollte zwar mechanisch stabil sein, sie kann jedoch auch separat vom zu messenden System aufgebaut werden. Des weiteren lässt sich der Sensor ohne großen technischen Aufwand aus einzelnen, preisgünstigen Komponenten aufbauen.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen, wobei zeigen:

Figur 1 einen erfindungsgemäßen Sensor mit einer wendelförmigen Lichtleitfaser;
Figur 2 eine Ausschnitt aus einer wendelförmigen Lichtleitfaser;
Figur 3 einen erfindungsgemäßen Sensor zur Erfassung von Längenänderungen eines Teleskoparms.

Wege zur Ausführung der Erfindung:

Figur 1A zeigt im unteren Teil einen erfindungsgemäßen Sensor mit einer wendelförmigen Lichtleitfaser 1. Die Lichtleitfaser weist hier einen festen Windungssinn auf. Allgemein reicht es aus, wenn ein Windungssinn bei einer beliebig gebogenen Faser überwiegt.

Die Lichtleitfaser weist des weiteren eine Ummantelung auf, die die Faser in ihrer wendelförmig gebogenen Form hält und Bewegungen, insbesondere solchen entlang der Längsachse der Wendel, elastisch zu folgen imstande ist. Dazu kann die Wendel auch als solche in ein elstisches Trägermaterial eingebettet sein, beispielsweise in einen elastischen Zylinder oder dergleichen.

Der Sensor umfaßt des weiteren eine Lichtquelle 3, die vorzugsweise ein Laser ist. Von der Lichtquelle 3 kommendes, linear polarisiertes Licht wird in die Faserwendel 1 eingekoppelt. Falls die Lichtquelle nicht vollständig polarisiertes Licht abstrahlt, ist zur Herstellung des definierten Polarisationszustandes ein Polarisator P am Eingang der Faser angeordnet. Am Ausgang der Faserwendel wird der Polarisationszustand des übertragenen optischen Signals mit Hilfe eines Polarimeters 2 gemessen. Alternativ kann auch ein einfacher Detektor mit einem vorgeschalteten Analysator eingesetzt werden, mit welchem die Intensität einer definierten Polarisationskomponente erfaßt werden kann.

Figur 1B zeigt schematisch eine Polarisationsellipse zur Darstellung des Polarisationszustandes des Lichts nach Durchlaufen der Übertragungsstrecke. Mit x und y sind die Schwingungsrichtungen des elektrischen Feldvektors bezeichnet. Der Feldvektor beschreibt im allgemeinsten Fall eine Ellipse mit den Hauptachsen a und b, die um den Winkel ϕ gegenüber den Achsen x und y gedreht ist.

Erfindungsgemäß wird ausgenutzt, daß der Orientierungswinkel ϕ der Polarisationsellipse im Ausgang der Faserstrecke proportional zu der in der Wendel zwischen der rechts- und der linkszirkularen Komponente des eingekoppelten linear polarisierten Lichtes eingefügten sog. geometrischen Phase ist. Da sich die geometrische Phase mit der Form der Wendel ändert, ist der Orientierungswinkel ϕ ein Maß für die Form der Wendel. Auf diese Weise kann z. B. der Abstand d zwischen zwei Punkten A1 und A2 auf der Wendel gemessen werden, und damit auch der Abstand bzw. die Abstandsänderung zweier mit den Punkten A1 und A2 starr verbundener Orte.

In den nachfolgend beschriebenen, anhand Figur 2 erläuterten Sonderfällen läßt sich die geometrische Spinredirektionsphase und damit die Form der Wendel besonders einfach bestimmen. Jede volle Windung der Glasfaser auf einem Zylinder Z vom Radius r mit der Steigung St, für die der

Steigungswinkel Θ am Anfang A und am Ende E der Windung gleich ist, erzeugt eine Drehung ϕ des eingekoppelten linearpolarisierten Lichtes. Der Drehwinkel ϕ ist gegeben durch

$$5 \quad (1) \quad \phi = \int_0^{2\pi} [1 - \cos \Theta(\phi)] d\phi$$

Dabei ist ϕ der azimutale Winkel des Zylinders Z, siehe Fig. 2. Für den Fall einer gleichmäßig gewickelten Schraubenlinie ist Θ eine Konstante, und man erhält:

$$10 \quad (2) \quad \phi(\Theta = \text{konst.}) = 2\pi(1 - \cos \Theta) \text{ und } \cos \Theta = \frac{St}{L}$$

Koppelt man also bei A linear polarisiertes Licht unter dem Winkel α in die Helix ein, so hat es am Ende E eine um den Winkel ϕ gedrehte Polarisation 15 also $\alpha \pm \phi$. Von der Helizität der Schraube hängt das Vorzeichen des Drehwinkels ϕ ab. L ist die Länge der Faserhelix. Ändert sich nun die Steigung St der Helix, so ändert sich der Steigungswinkel Θ und damit die Polarisationsrichtung am Faserende E. Bringt man am Ende E einen linearen 20 Analysator an und läßt das Licht dann auf einen Detektor fallen, so registriert dieser eine Intensität I

$$(3) \quad I = I_0 \cos^2 [\gamma - (\alpha \pm \phi)]$$

wenn γ der Orientierungswinkel des Analysators ist und I_0 die aus der Faser 25 austretende Intensität des linear polarisierten Lichtes. Hier ist angenommen, daß verlustfreie Verhältnisse herrschen und das Licht in der Faser ideal linear polarisiert bleibt.

Für alle anderen Fälle hängt I ebenfalls vom Steigerungswinkel Θ und damit 30 vom Abstand der Punkte AE ab, dies allerdings in komplizierterer Weise. Der Zusammenhang wird vorzugsweise durch Eichung oder durch Messung der Parameter von Gleichung (1) sowie der verschiedenen Verluste ermittelt. Man erhält am Detektor ein Signal, das von dem zu messenden Abstand St 35 abhängt und durch die Parameter r, γ und α in einen geeigneten Meßbereich gebracht werden kann.

Es ist nicht notwendig, nur eine einzige Windung der Faser als Abstandsindikator zu verwenden. Viele Windungen wie in Fig. 1 sowie nicht ganze Zahlen von Windungen sind ebenfalls möglich. Die Berechnung des Drehwinkels ϕ ist im Falle einer ganzzahligen Windungszahl N zwischen A und E und bei gleichen Steigungswinkeln bei A und E nach Gleichung (1) möglich, wobei die obere Integrationsgrenze auf $2\pi N$ zu erweitern ist. Für nicht ganze Windungszahlen N und ungleichmäßige Windungen ist eine Eichung vorteilhafter als die Berechnung, die nicht mehr nach der einfachen Gleichung (1) erfolgen kann.

10

Zur Herstellung einer gleichmäßigen Windungsform mit konstanten Steigungswinkeln werden an den Punkten A und E am Anfang und Ende der Windung Achsen angebracht, um die sich die Faser bezüglich des Winkels Θ frei drehen kann. Diese Achsen stehen senkrecht auf der Zylinderachse der Windung. Die Faser ist auf einen elastischen Träger aufgebracht, der bei A und E ein Lager hat, so daß er sich um die Achsen drehen kann. Da sich in diesem Fall die gleichmäßige Helix automatisch als geodätische Kurve zwischen den Punkten A und E auf dem Zylinder einstellt, kann Gleichung (3) bei allen Steigungen St der Helix angewandt werden, für deren Ausbildung die Gesamtlänge der Faser ausreicht.

15

20

25

30

Im allgemeinen erhält eine optische Faser die (lineare) Polarisation nicht, d.h. beim Austritt aus der Faser ist das Licht nicht mehr so polarisiert, wie es ursprünglich beim Eintritt in die Faser war. Dieser Effekt wird einerseits durch Abweichungen des Faserkerns von der Kreissymmetrie, andererseits von der induzierten Doppelbrechung erzeugt, die durch Biegung der Faser entsteht. In sogenannten doppelbrechungssarmen Fasern, die auch eine niedrige Polarisationsmodendispersion haben, wird z. B. durch schnelle Drehung der Vorform beim Ziehen der Faser eine Orientierungsverteilung der Unsymmetrie des Faserkerns über alle Raumrichtungen erreicht. Solche Fasern sind daher besonders zur Herstellung eines erfindungsgemäßen Längensors geeignet.

35

Der Biegsradius der Faser sollte nicht zu klein sein, um Spannungsdoppelbrechung in der gebogenen Faser zu vermeiden. Eine Abschätzung der Doppelbrechung in gebogenen Fasern wird in L. Jeunhomme, Single-Mode Fiber Optics, N.Y. 1983, S. 60 gegeben. Ideal ist es, wenn die gewundene Faserhelix eine Phasenverzögerung von weniger als $\lambda/10$

hat, wobei λ die Betriebswellenlänge ist. Andererseits stören auch höhere Werte der Spannungsdoppelbrechung das Meßprinzip nicht wesentlich, da auch bei elliptisch polarisiertem Licht im Ausgang der Faser durch die Helixdeformation Änderungen des Orientierungswinkels φ , entstehen, die als Maß für die Längenänderung genommen werden können. Große Biegeradien der Faser können sowohl durch Vergrößerung des Helixradius als auch durch Vergrößerung der Helixsteigung erreicht werden.

Eine Eichung des Sensors schließt auch Intensitätsänderungen am Detektor am Ende der Faser ein, die durch Biegung der Faser bei der Änderung des Abstandes AE erfolgen. Eine Längenmessung durch Vergleich der aktuell gemessenen Werte mit in einer Eichmessung ermittelten Werten ist für den praktischen Einsatz des Sensors vorteilhaft, da dabei sämtliche, nicht durch die Längenänderung des der gewundenen Lichtleitfaser hervorgerufenen Einflüsse auf den Polarisationszustand des Lichts eliminiert werden können.

In Figur 3 ist eine praktische Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Ein elastischer Faserträger D, z. B. ein Stahl, Bronze- oder Kunststoffdraht, wird mit zwei Halterungen HA, HE versehen, die auf die Achsen bei A und E aufgesteckt werden können, so daß sie sich frei drehen lassen. Die Achsen an den Punkten A, E sind im beschriebenen Beispiel mit zwei Röhren eines Teleskoparms verbunden, dessen Längenänderung gemessen werden soll. Im dargestellten Beispiel wird eine schraubenförmige Lichtleitfaser mit einer einzigen Windung verwendet, die in den Faserträger D eingebettet ist.

Vor dem Halter HA ist eine Lichtquelle LQ angeordnet, die auch mechanisch mit dem Halter HA verbunden sein kann, so daß stabile Einkopplungsbedingungen vorliegen. Die Lichtquelle LQ, die vorzugsweise linear polarisiertes Licht erzeugt, ist z. B. eine Leuchtdiode oder ein Halbleiterlaser. Über eine Linse L1 wird das Licht in die optische Faser einkoppelt, deren Eingang sich am Halter HA befindet. Die Faser ist auf oder in dem elastischen Faserträger D befestigt. Falls die Lichtquelle unpolarisiertes Licht ausstrahlt, muß auch noch der lineare Polarisator PA zwischen Lichtquelle und Faseranfang angebracht werden.

Am Ende E der Windung befindet sich der Halter HE, an dem eine Linse L2 und der feste oder drehbare lineare Analysator PE befestigt ist. Die Linse bildet Licht aus der Faser auf den Detektor DE ab. Lichtquelle LQ und

Detektor DE sind durch leicht bewegliche elektrische Zuleitungen mit den entsprechenden Netz- und Registriergeräten N bzw. R verbunden. Um Störeinflüsse zu verringern, sind Lichtquelle, Detektor und Glasfaser lichtdicht gegen die Außenwelt abgedunkelt.

5

Gewerbliche Anwendbarkeit:

Die Erfindung lässt sich zur genauen Erfassung von Längen- und Abstandsänderungen in einer Vielzahl von Systemen, z.B. von Roboterarmen, vorteilhaft gewerblich einsetzen.

Patentansprüche

1. Sensor zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten und einem zweiten Ort mit wenigstens einer im wesentlichen schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser, welche mit wenigstens einem der Orte mechanisch verbindbar ist, einem Lichtsender und einer Erfassungseinrichtung für optische Signale, wobei die Erfassungseinrichtung ein Ausgangssignal abzugeben imstande ist, welches vom Polarisationszustand des über die Lichtleitfaser übertragenen optischen Signals abhängt.
10
2. Sensor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Erfassungseinrichtung ein Polarimeter oder ein Detektor mit vorgeschaltetem Analysator ist.
- 15 3. Sensor nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser in Schraubenrichtung flexibel ist und Abstandsänderungen zwischen dem ersten und dem zweiten Ort zu folgen imstande ist.
- 20 4. Sensor nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser mit einem elastischen Trägermaterial verbunden ist, welches bei mechanischer Belastung der Lichtleitfaser eine Formveränderung ermöglicht und die Lichtleitfaser bei Nichtbelastung in ihrer gebogenen Ausgangsform hält.
25
5. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser um wenigstens ein längliches Trägerelement, vorzugsweise einen Zylinder, gewunden ist, wobei das Trägerelement vorzugsweise flexibel ist.
30
6. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Lichtleitfaser am Trägerelement derart befestigt ist, daß sie in ihrer gewundenen Form beweglich, aber auf dem Trägerelement stabilisiert bleibt.
35

7. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß bei der Lichtleitfaser ein Windungssinn überwiegt, die Lichtleitfaser
vorzugsweise nur einen Windungssinn aufweist.
- 5
8. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Lichtquelle linear polarisiertes Licht erzeugt und/oder am Eingang der
Lichtleitfaser ein Linearpolarisator angeordnet ist.
- 10
9. Sensor nach einem der vorangegangenen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß eine Referenz-Lichtleitfaserstrecke vorgesehen ist, welche der
Lichtleitfaser nachgebildet ist und über die ein zweites optisches Signal
15 übertragen wird, wobei die über beide Strecken übertragenen optischen
Signale in einer gemeinsamen oder in getrennten Erfassungseinrichtungen
derart erfaßt werden, daß Unterschiede im Polarisationszustand ermittelbar
sind.
- 20 10. Verfahren zur Erfassung von Abstandsänderungen zwischen einem ersten
und einem zweiten Ort mit folgenden Merkmalen:
a) mechanisches Koppeln wenigstens eines der Orte mit einer im wesentlichen
schraubenförmig gewendelten Lichtleitfaser;
b) Einkoppeln eines optischen Signals mit bekanntem Polarisationszustand in
25 die Lichtleitfaser,
c) Erfassen des über die Verbindungsleitung übertragenen optischen Signals
derart, daß Informationen über dessen Polarisationszustand gewonnen
werden;
d) Ermitteln der Abstandsänderung aus den Informationen über den
30 Polarisationszustand des übertragenen Signals.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß die Abstandsänderung durch Vergleich des detektierten Signals bzw.
einzelner Parameter des detektierten Signals mit in einer Eichmessung
35 bestimmten Werten, die einem bestimmten Abstand entsprechen, ermittelt
wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet,
daß die Abstandsänderung aus dem detektierten Signal bzw. einzelner
Parameter des detektierten Signals und der Form der Raumkurve der
Lichtleitfaser berechnet wird.

5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Polarisationszustand des optischen Signals nach der Übertragung mit
dem vor der Übertragung und/oder mit einem Referenz-Polarisationszustand
10 verglichen wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,
daß der Referenz-Polarisationszustand der nach Durchlaufen der im
mechanischen Ruhezustand vorliegenden Verbindungsstrecke gemessene
15 Polarisationszustand des optischen Signals ist.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß das optische Signal gemeinsam mit einem Referenzsignal detektiert wird.

20

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 10 bis 14,
dadurch gekennzeichnet,
daß linear polarisiertes Licht in die Lichtleitfaser eingekoppelt wird und Licht
mit einer definierten linearen Polarisation detektiert wird.

25

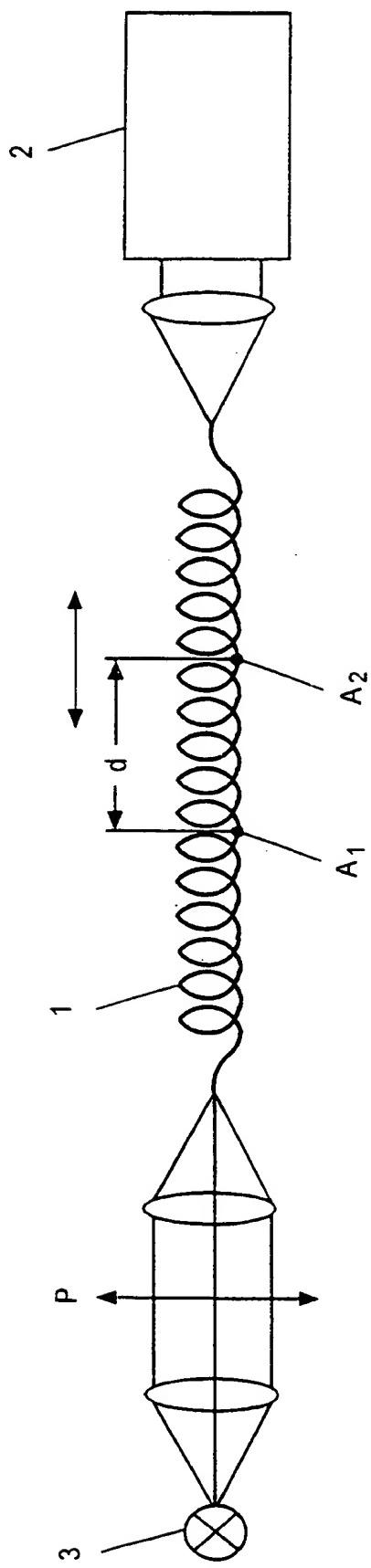
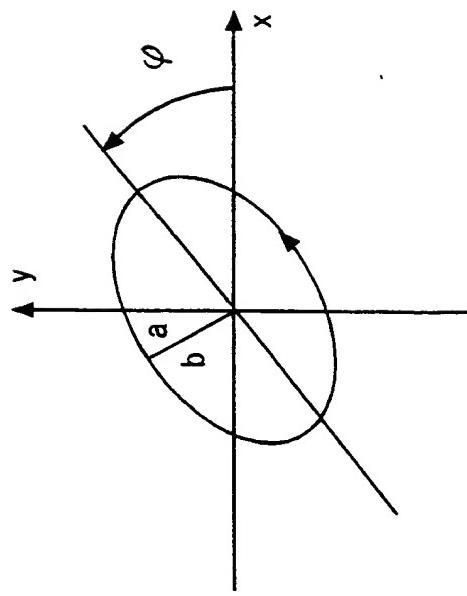


Fig. 1A

Fig. 1B



•

•

•

•

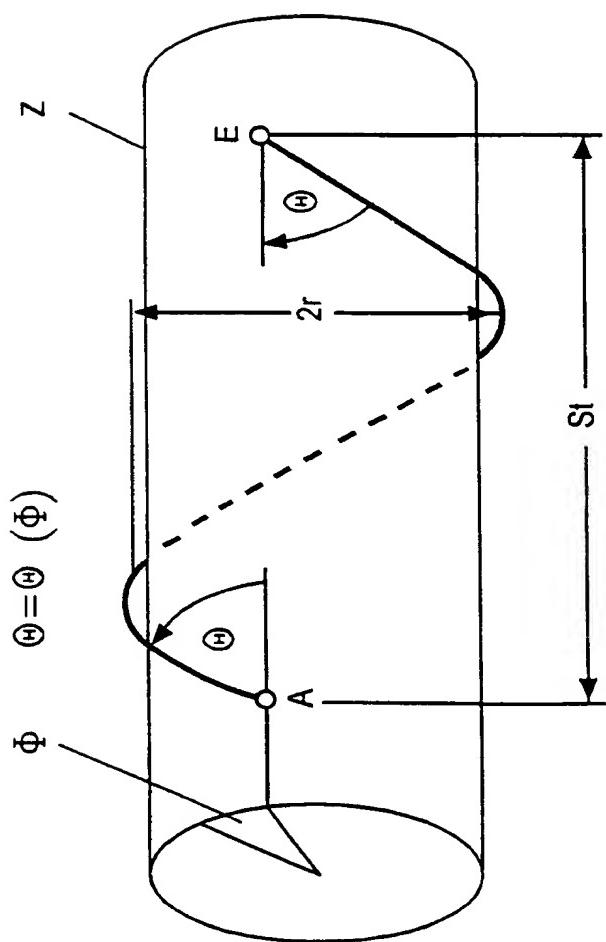
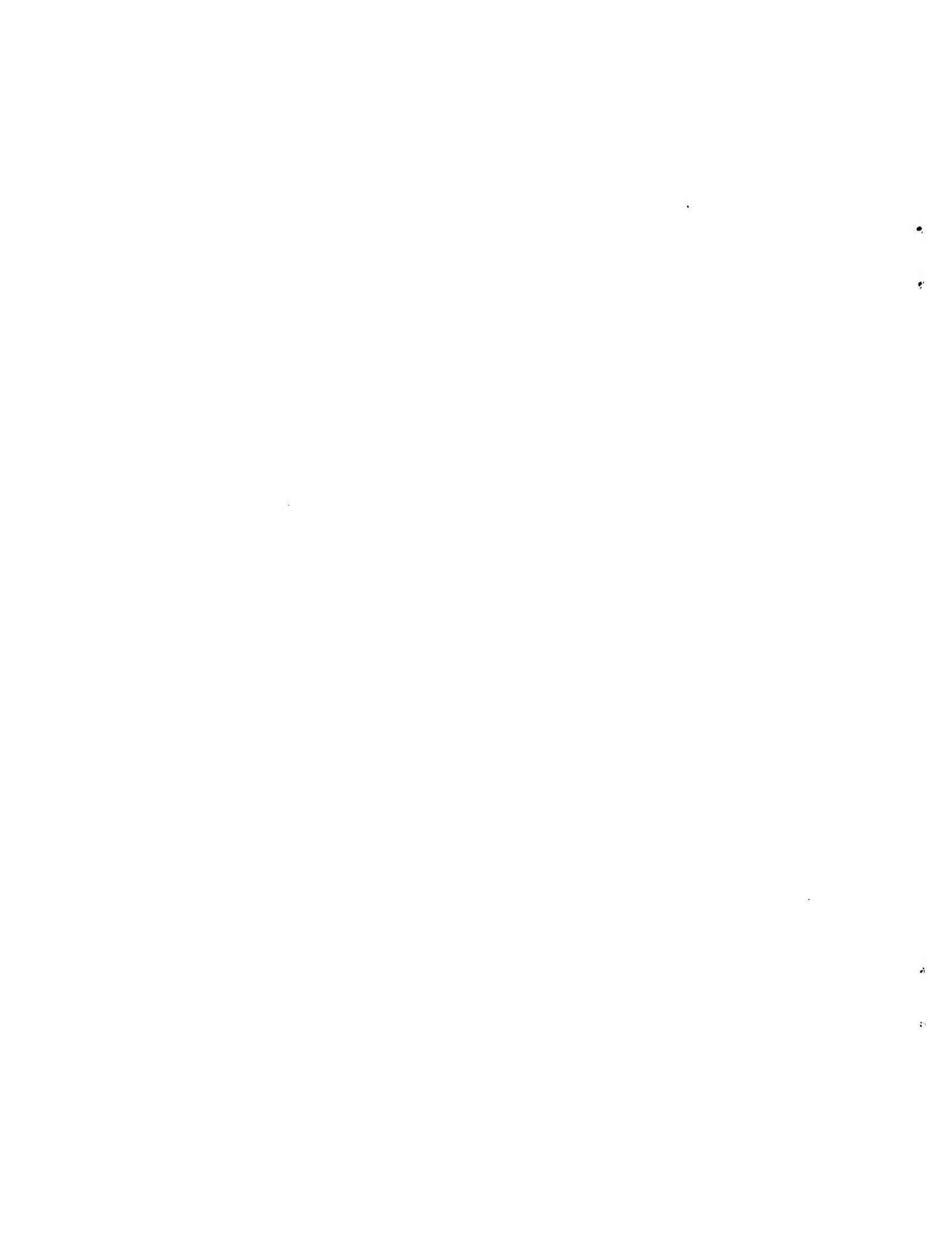


Fig. 2



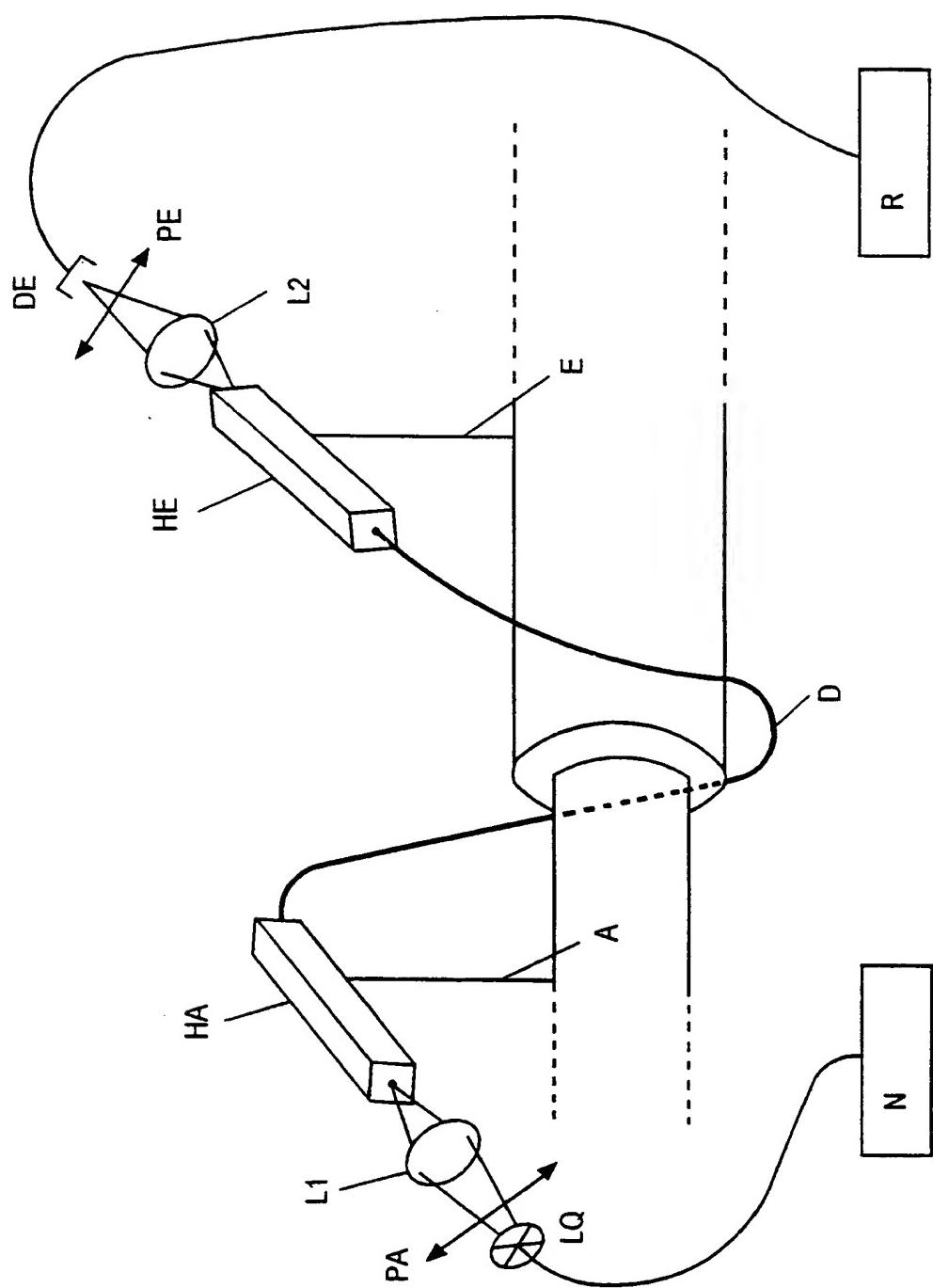


Fig. 3



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte...onal Application No

PCT/EP 99/09845

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 G01B11/16

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	F. WASSMANN ET AL: "Berry's phase analysis of polarization rotation in helicoidal fibers" APPLIED OPTICS, vol. 37, no. 18, 20 June 1998 (1998-06-20), pages 3902-3911, XP002131838 USA page 3902 page 3904 -page 3906 page 3909 -page 3910; figures 1-3 Y ---	1-3, 10, 11 4
		-/--

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 March 2000

Date of mailing of the international search report

29/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Vorropoulos, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 99/09845

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	Y. LIBO ET AL: "TWO DIMENSIONAL Hibi FIBER-OPTIC COIL STRAIN SENSOR" ACTA PHOTONICA SINICA, vol. 26, no. 7, July 1997 (1997-07), pages 618-622, XP000884999 china page 618 page 621 -page 622; figures 1-4 ----	1,10
Y	US 5 201 015 A (VON BIEREN KARLHEINZ ET AL) 6 April 1993 (1993-04-06) abstract; figures 1-6 ----	4
A	US 4 389 090 A (LEFEVRE HERVE C) 21 June 1983 (1983-06-21) abstract column 3, line 13 - line 32; figures 1-3 -----	1,10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/09845

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5201015	A 06-04-1993	NONE	
US 4389090	A 21-06-1983	NONE	



INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09845

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 GO1B11/16

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 GO1B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	F. WASSMANN ET AL: "Berry's phase analysis of polarization rotation in helicoidal fibers" APPLIED OPTICS, Bd. 37, Nr. 18, 20. Juni 1998 (1998-06-20), Seiten 3902-3911, XP002131838 USA Seite 3902 Seite 3904 -Seite 3906 Seite 3909 -Seite 3910; Abbildungen 1-3	1-3,10, 11
Y	---	4 -/-

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- ° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13. März 2000

29/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Voropoulos, G

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09845

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	Y. LIBO ET AL: "TWO DIMENSIONAL Hibi FIBER-OPTIC COIL STRAIN SENSOR" ACTA PHOTONICA SINICA, Bd. 26, Nr. 7, Juli 1997 (1997-07), Seiten 618-622, XP000884999 china Seite 618 Seite 621 -Seite 622; Abbildungen 1-4 ---	1,10
Y	US 5 201 015 A (VON BIEREN KARLHEINZ ET AL) 6. April 1993 (1993-04-06) Zusammenfassung; Abbildungen 1-6 ---	4
A	US 4 389 090 A (LEFEVRE HERVE C) 21. Juni 1983 (1983-06-21) Zusammenfassung Spalte 3, Zeile 13 - Zeile 32; Abbildungen 1-3 -----	1,10

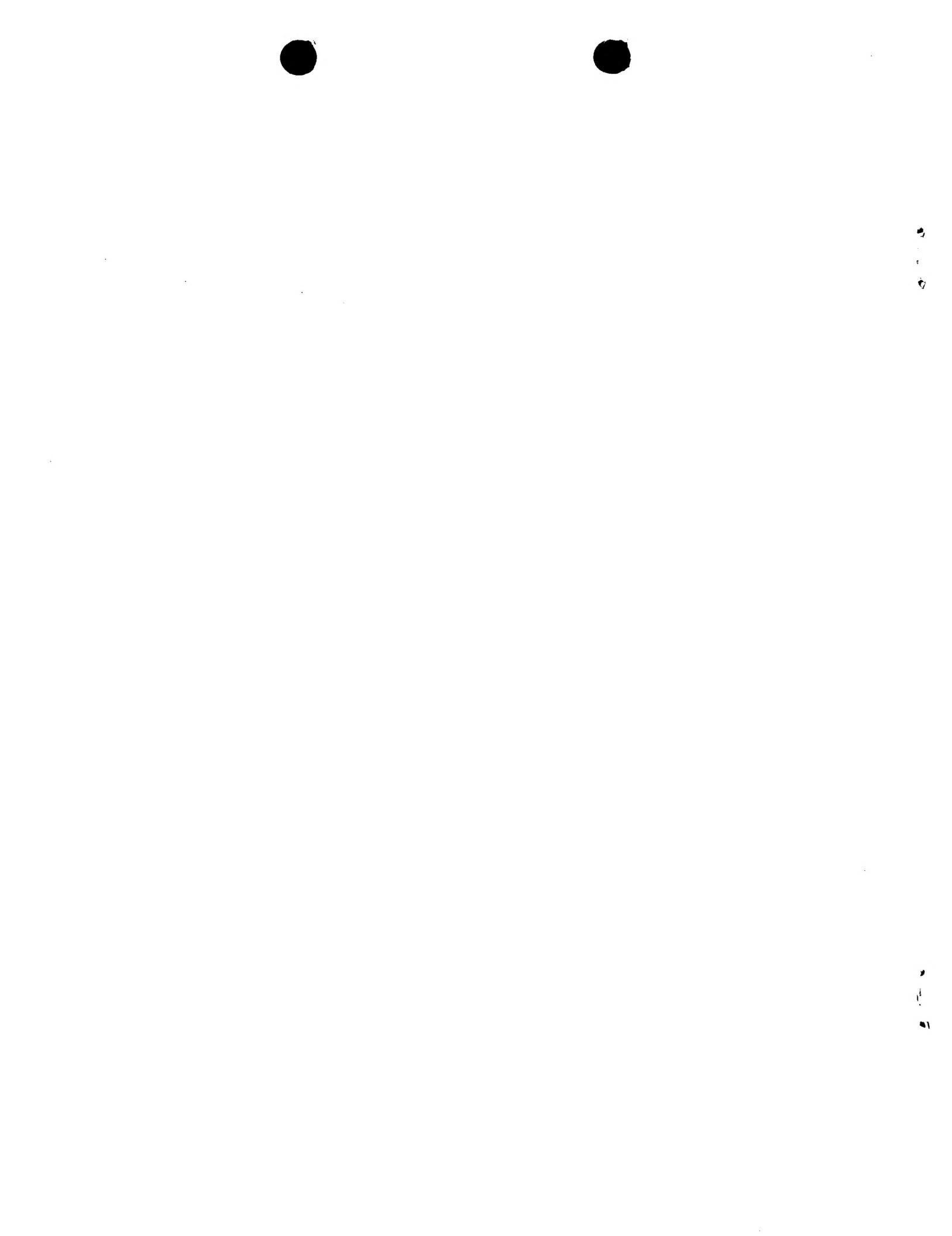
INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/09845

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 5201015 A	06-04-1993	KEINE	
US 4389090 A	21-06-1983	KEINE	



091890394

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

4

Applicant's or agent's file reference P98184WO.1P	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/EP99/09845	International filing date (<i>day/month/year</i>) 09 December 1999 (09.12.99)	Priority date (<i>day/month/year</i>) 29 January 1999 (29.01.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01B 11/16		
Applicant	DEUTSCHE TELEKOM AG	

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 6 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 19 April 2000 (19.04.00)	Date of completion of this report 17 April 2001 (17.04.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/09845

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (*Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.*):

 the international application as originally filed. the description, pages 3-9, as originally filed,
pages _____, filed with the demand,
pages 1,2,2a, filed with the letter of 09 February 2001 (09.02.2001),
pages _____, filed with the letter of _____. the claims, Nos. _____, as originally filed,
Nos. _____, as amended under Article 19,
Nos. _____, filed with the demand,
Nos. 1-14, filed with the letter of 09 February 2001 (09.02.2001),
Nos. _____, filed with the letter of _____. the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,
sheets/fig _____, filed with the demand,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____,
sheets/fig _____, filed with the letter of _____.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

 the description, pages _____ the claims, Nos. _____ the drawings, sheets/fig _____

3. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORTInternational application No.
PCT/EP 99/09845**V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement****1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-14	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

The report makes reference to the following documents:

D1: F. WASSMANN et al.: "Berry's phase analysis of polarisation rotation in helicoidal fibres", Appl. Optics Vol. 37, No. 18, 1998-06-20, pages 3902-3911, XP002131838

D2: Y. LIBO et al.: "Two dimensional HiBi fiber-optic coil strain sensor" Vol. 26, No. 7, 1997-07, pages 618-622, XP000884999

D3: US-A-5 201 015

D4: US-A-4 389 090.

1. Technical field of the invention

The application relates to a device and a method for detecting changes in distance between a first location and a second location.

2. Independent Claim 1

A method is known from D1 for calculating the polarisation rotation of light which traverses a helically coiled light guide. D2 discloses the measuring of mechanical stress using a coiled light guide, which uses the influence of the mechanical stress on the state of polarisation of light traversing the light guide. D3 discloses a sensor for measuring mechanical stress using a light guide, said



light guide having concentric windings. When a mechanical tensile stress is brought to bear on the sensor, the windings are elastically stretched, thereby increasing the circumference of the windings and thus the length of the light path. The increase in the length of the light path is used as a measure for the mechanical stress acting from without.

D4 discloses a device for producing certain states of polarisation of light in a light guide. At least one area of the light guide is designed as a winding or coil. The state of polarisation can be adjusted and altered by altering the spatial orientation of the winding or coils and by twisting the light guide.

Problem: Increasing accuracy.

Solution as per Claim 1: The device contains a helically coiled optical fibre which can be mechanically connected to at least one of the locations, a detection device and a reference optical fibre path.

PCT Article 33(2) and (3): The features "the optical fibre can be mechanically connected to at least one of the locations", "a detection device for optical signals, wherein the detection device is able to issue an output signal dependent on the state of polarisation of the optical signal transmitted via the optical fibres" and "a reference optical fibre path" do not proceed from D1. The features "helically coiled optical fibre" and "a reference optical fibre path" do not proceed from D2.

Document D3-D4 do not disclose the features "a reference optical fibre path".

A device such as this is neither known nor obvious from any of the search report citations.

The subject matter of Claim 1 is therefore novel and inventive.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORTInternational application No.
PCT/EP 99/09845**3. Independent Claim 9**

All of the structural features of independent method Claim 9 are consistent with independent device Claim 1, since these features claim method steps corresponding to the device features.

The features "the state of polarisation of the optical signal after transmission is compared to that prior to transmission" or "the state of polarisation of the optical signal after transmission is compared to a reference state of polarisation" do not proceed from D1-D4.

The subject matter of Claim 9 is therefore novel and inventive (PCT Article 33(2) and (3)).

4. Industrial applicability (PCT Article 33(4))

There are no doubts as to the industrial applicability of the present invention.

5. Dependent claims

Dependent Claims 2 to 8 relate to advantageous embodiments of the device as per Claim 1 and they are therefore likewise deemed to be novel and inventive.

Dependent Claims 10 to 14 relate to advantageous embodiments of the device as per Claim 9 and they are therefore likewise deemed to be novel and inventive.

